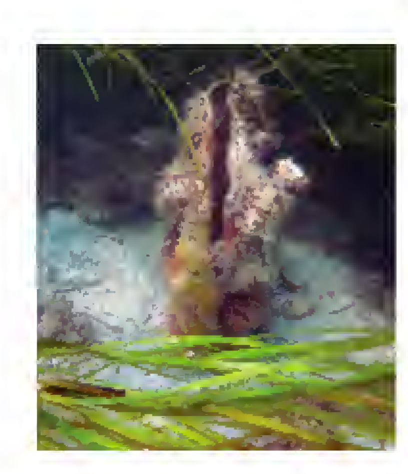
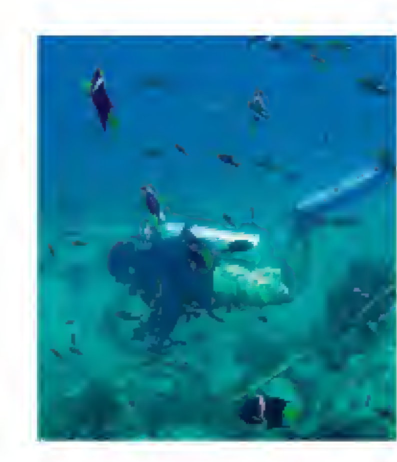






NÚM. 93 NOVIEMBRE-DICIEMBRE DE 2010 ISSN: 1870-1760

BioDIVERSITAS

BOLETÍN BIMESTRAL DE LA COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

LAS AGUADAS DE CALAKMUL

En la región de Calakmul se encuentra el macizo de bosque tropical más extenso de México y en ella habitan varias especies en peligro de extinción como el jaguar, el tapir centroamericano y el pecarí labios blancos. Además, incluye la Reserva de la Biosfera de Calakmul, una de las más grandes del país. Dadas las características geológicas de esta zona, el agua es un recurso limitante que sólo se presenta en lagunas someras, conocidas localmente como "aguadas", que almacenan agua de lluvia. La mayoría de las especies de animales de la región y varias comunidades humanas dependen de las aguadas para su supervivencia, sobre todo durante la época de secas.

LAS AGUADAS DE CALAKMUL



RESERVORIOS DE VIDA SILVESTRE Y DE LA RIQUEZA NATURAL DE MÉXICO

Rafael Reyna Hurtado,[1] Georgina O'Farrill,[2] David Sima,[3] María Andrade,[3] Angélica Padilla[3] y Luis Sosa[4]

Portada:
Madre y cría de tapir centroamericano después de beber y refrescarse en una aguada de la Reserva de la Biosfera de Calakmul.

Foto: © Rafael Reyna Hurtado

Aguada de la Reserva de la Biosfera de Calakmul.

Foto: © Pánfilo Fernández Flores

Si hablamos de la región de Calakmul es posible que únicamente lleguen a nuestra mente imágenes de las impresionantes pirámides, vestigio del florecimiento de la gran civilización maya, que en 2002 fueron incluidas en la lista de monumentos "Patrimonio de la Humanidad".[1] Sin embargo, esta región merece especial atención por su gran diversidad biológica que incluye más de 80% de las especies vegetales de toda la Península de Yucatán, además de 350 especies de aves y casi 100 especies de mamíferos.[2] Quizá aún más importante es el hecho de que es el hogar de varias especies de vertebrados mayores en peligro de extinción en México, como el pecarí labios blancos (*Tayassu pecari*), tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*), jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*), zopilote rey (*Sarcoramphus papa*) y pavo ocelado (*Meleagris ocellata*), entre muchas otras.

La región de Calakmul se encuentra en el estado de Campeche y se compone principalmente de la Reserva de la Biosfera de Calakmul que, con 7 238 km^2, es el bosque tropical decretado área protegida más grande de México. Forma un continuo forestal con las reservas estatales de Balam Ku (4 092 km^2) y Balam Kin (1 109 km^2) en México y con la Reserva de la Biosfera Maya (18 838 km^2) en Guatemala y la reserva privada Río Bravo (445 km^2) en Belice. Entre ellas constituyen el macizo de bosque tropical más grande de Mesoamérica con más de 30 000 km^2. Sin embargo, esta región también ha sido considerada un *"hot spot"* de la deforestación tropical.[3] Aunado a esto, actualmente más de 35 000 habitantes viven en casi 100 comunidades dispersas alrededor del área protegida, las cuales dependen de la extracción de varios recursos naturales y de los pocos cuerpos de agua que sobreviven a la época seca.[4]

En Calakmul los suelos son de origen calcáreo, lo que ocasiona que el agua de lluvias se filtre rápidamente y no existan cuerpos de agua permanentes. Sin embargo, hay zonas donde las características del terreno permiten la acumulación de la precipitación formándose cuerpos de agua conocidos localmente como aguadas;[5] éstas constituyen la única fuente de agua para la fauna silvestre y las comunidades humanas de la región durante la época de secas.

El tamaño de las aguadas varía desde unos 100 m^2 hasta varias hectáreas de extensión. Sin embargo, la gran mayoría son pequeñas (de menos de una hectárea) y se secan rápidamente al inicio de la época de secas. Están distribuidas en el paisaje de manera dispersa y en baja densidad.[6]

Aunada a esta distribución, la disponibilidad de agua no está garantizada cada año ya que depende de los patrones de precipitación, los cuales han cambiado a causa de los efectos del cambio climático. Por ejemplo, en los últimos 50 años en la región de Calakmul se ha observado una reducción en la precipitación media anual de 16%.[7]

Relación con la fauna silvestre

Las aguadas representan un recurso fundamental para la supervivencia de la fauna silvestre en Calakmul, como lo demuestran varios estudios recientes en esta región. Por ejemplo, The Nature Conservancy (TNC) y Pronatura Península de Yucatán, A.C. (PPY), y la Reserva de la Biosfera de Calakmul, iniciaron en 2008 un proyecto para documentar el uso de las aguadas por la fauna silvestre en la zona sur de la reserva, con el objeto de diseñar y establecer un programa de monitoreo de especies prioritarias y obtener información importante para su manejo y conservación. A través de la instalación de 45 cámaras-trampas en 15 aguadas durante tres años se ha encontrado que éstas son utilizadas por una gran cantidad de fauna silvestre entre las que destacan alrededor de 25 especies con algún grado de protección, dentro de ellas cinco especies de felinos mexicanos habitantes de los trópicos: jaguar, puma, ocelote (*Leopardus pardalis*), margay (*Leopardus wiedii*) y jaguarundi (*Puma yagouaroundi*); además de los dos ungulados más raros y amenazados del México tropical, el tapir centroamericano y el pecarí labios blancos. Otras especies que comúnmente usan las aguadas son el zopilote rey y el hocofaisán (*Crax rubra*), dos de las aves más grandes e impresionantes de las selvas del sureste. En la Tabla 1 se muestran los resultados preliminares del total de especies asociadas a las aguadas y su estatus de protección, obtenidos en los dos primeros años (2008-2009).



Grupo de pecaríes labios blancos visitando una aguada en la Reserva de la Biosfera de Calakmul.

Foto: © Rafael Reyna Hurtado



Sitio arqueológico de Calakmul, Campeche, México.

Foto: © Rafael Reyna Hurtado

En otro estudio en la región, enfocado en los pecaríes labios blancos (investigación doctoral de Rafael Reyna Hurtado, realizada de 2003 a 2007)[6] se registró que las aguadas representan el elemento más importante del paisaje para esta especie. Con el empleo de la técnica de radiotelemetría (colocación de collares transmisores a individuos) se encontró que los grupos de esta especie se desplazan cada año entre 10 y 15 km para visitar las aguadas durante la época de secas. En 2005 se observó que grupos de pecaríes permanecieron varios meses durante esa época alrededor de la aguada de Calakmul (una de las más grandes en la zona centro-sur de la reserva). Sin embargo, en la época de secas de 2006, cuando se secó dicha aguada por primera vez en al menos 16 años, algunos grupos abandonaron el área y se movieron al sur desplazándose más de 15 km, por lo que se perdió el contacto de radiotelemetría por más de cinco meses. Los grupos que permanecieron alrededor de la aguada se quedaron sin el líquido por un par de meses y acabaron en muy malas condiciones físicas, registrándose una gran mortalidad alrededor de este tiempo.[8]

En otra investigación en la región de Calakmul enfocada en la función ecológica del tapir centroamericano (estudio doctoral de Georgina O'Farrill, de 2005 a 2010) se observó que los tapires utilizan constantemente las aguadas. Por ello, se realizó un modelo para predecir el efecto de la desaparición de aguadas en la conectividad del paisaje en diferentes escenarios de sequía. Los resultados sugieren que, de intensificarse las sequías con el cambio climático, la baja disponibilidad de aguadas grandes dentro de la reserva provocaría que las especies asociadas a los cuerpos de agua migraran fuera del área protegida hacia los bosques ejidales aledaños (donde hay más aguadas y son generalmente más grandes), con el consiguiente aumento en la densidad de animales en estas áreas. El tapir es un importante dispersor a gran distancia de semillas grandes como las del chicozapote (*Manilkara zapota*);[9] por ello, los cambios en los movimientos de esta especie, causados por la alteración en la disponibilidad de recursos como el agua, podría tener efectos importantes en las poblaciones del chicozapote,[10] una de las especies vegetales más importantes de la región.

Las categorías de la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) son: peligro, EN; vulnerable, VU; casi amenazada, NT y preocupación menor, LC; bajo riesgo, LR y datos deficientes, DD. De la Norma Oficial Mexicana (NOM-059): en peligro de extinción, P; en protección especial, PR y amenazada, A. De la Convención sobre el Comercio de Especies en Peligro (CITES): Apéndices I, II y III; el Apéndice I engloba las especies con mayor peligro.

CLASE TAXONÓMICA	NÚM. DE ESPECIES	ESTATUS DE PROTECCIÓN 2008								
		NOM-059			IUCN					CITES
		P	PR	A	EN	LR	LC	NT	DD	I
Reptiles	1	–	1	–	–	1	–	–	–	1
Aves	11	2	2	3	–	–	7	2	–	–
Mamíferos	13	4	–	–	1	4	4	2	1	4
Subtotal	25	6	3	3	1	5	11	4	1	5
Total	**25 (100%)**	**12 (48%)**			**22 (88%)**					**5 (20%)**
CLASE TAXONÓMICA	**NÚM. DE ESPECIES**	**ESTATUS DE PROTECCIÓN 2009**								
		NOM-059			IUCN					CITES
		P	PR	A	EN	LC	NT	VU		I
Aves	7			3		2	2	1		–
Mamíferos	14	5	–	–	1	6	3	1		4
Subtotal	21	5	0	3	1	11	4	2		4
Total	**21 (100%)**	**8 (38%)**			**18 (85%)**					**4 (19%)**

Tabla I
Total de las especies registradas por año en las aguadas de la zona sur de la Reserva de la Biosfera de Calakmul, Campeche, México, y su estatus de protección bajo diferentes esquemas de clasificación.

Fuente: Pronatura, A.C.



Pecaríes labios blancos refrescándose y llenándose de lodo la piel en una aguada después de forrajear en el interior de la selva en un día extremadamente caluroso.

Foto: © Rafael Reyna Hurtado

Factores de riesgo

En la actualidad, las aguadas, además de representar fuentes de agua para los habitantes de Calakmul, son también importantes sitios de cacería principalmente en los bosques comunales de los ejidos que se encuentran alrededor de la reserva.[11, 12, 13] Durante la época de secas es común que los cazadores esperen a sus presas a la orilla de las aguadas, o extraigan de ellas tortugas o peces cuando están a punto de secarse. En el caso del pecarí labios blancos se ha sabido de cazadores que se trasladan de aguada en aguada por varios días cuando detectan algún grupo. La presión de la cacería sobre esta especie es tan grande en los bosques ejidales que se ha observado la completa eliminación de grupos enteros de pecaríes en una sola época de secas.[13]

Otro riesgo que enfrentan las aguadas actualmente es la destrucción de la cobertura vegetal que las rodea; como la extracción del pucté (*Bucida buceras*) para la construcción de diques y vías de ferrocarril. El pucté es un árbol de madera dura que crece en las márgenes de muchas aguadas y cubre gran parte de éstas evitando así la excesiva evaporación al dar sombra al espejo de agua. Es posible que sin estos árboles muchas aguadas se sequen más rápidamente. Las aguadas son también la fuente principal de agua para muchas comunidades en Calakmul, donde casi sin excepción cada día familias enteras realizan varios viajes a la más cercana. Incluso zonas como la cabecera municipal (Xpujil) necesitan abastecerse del vital líquido en las aguadas, algunas localizadas a más de 50 kilómetros de distancia (Laguna de Alvarado y actualmente a través de un acueducto de la Laguna Centenario).

Retos y acciones necesarias

Las aguadas son un recurso fundamental para varias especies de Calakmul. Para mantenerlas y conservar también a las especies emblemáticas se proponen las siguientes acciones:

1. Reducir o controlar la cacería en aguadas, especialmente en la época de secas. Esto se debe gestionar a través de las autoridades de la reserva, autoridades municipales, pero sobre todo de común acuerdo con las autoridades ejidales.
2. Iniciar un programa educativo dedicado a las comunidades locales donde se resalte la importancia de las aguadas para la fauna y también para la salud y bienestar de las comunidades humanas.
3. Mantener un monitoreo sistemático de varias aguadas clave para conocer sus ciclos de presencia/ausencia de agua y también de las poblaciones animales que sostienen.
4. Declarar las aguadas y su sistema ecológico como un patrimonio natural de México y promover su difusión e investigación con miras a su conservación; incluso declarar algunas aguadas especiales (como la de Calakmul o la de Chumaquil) santuarios de fauna silvestre.
5. Fomentar las buenas prácticas del uso del agua e invertir en investigaciones sobre técnicas que permitan el ahorro y uso eficiente del agua de lluvia.
6. Prohibir o reducir el aprovechamiento del árbol pucté y otras especies que protegen a las aguadas contra la evaporación.





Jaguar fotografiado con cámara-trampa en Balamkú como parte de un estudio de la fauna mayor realizado por Pronatura Península de Yucatán, The Nature Conservancy y la Dirección de la Reserva de la Biosfera de Calakmul.

Foto: © PPY-TNC-RBC

Tapir centroamericano en una aguada de un ejido adyacente a la Reserva de la Biosfera de Calakmul.

Foto: © Georgina O'Farrill

Conclusiones

La región de Calakmul es única en nuestro país. Cada año durante la época de secas, las aguadas ubicadas ahí se convierten en santuarios de vida silvestre, donde especies en peligro de extinción conviven y comparten un recurso necesario. No obstante, dado el crecimiento poblacional de la zona y los efectos del cambio climático, es posible que estos ecosistemas se encuentren en vías de extinción. Por ello, tenemos la responsabilidad de cuidar la frágil relación entre el clima, agua, fauna silvestre y el hombre. Mantener y custodiar las aguadas significa conservar el agua para los habitantes de Calakmul, así como para especies enigmáticas como los pecaríes labios blancos, tapires, jaguares, zopilote rey y hocofaisanes, que seguirán visitando las aguadas como ha ocurrido desde hace más de mil años desde que el último de los mayas abandonó la selva.

Bibliografía

[1] UNESCO. 2002, http://whc.unesco.org.

[2] Martínez, E., y C. Galindo-Leal. 2002. "La vegetación de Calakmul, Campeche, México: clasificación, descripción y distribución", en *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 71: 7-32.

[3] Abizaid, C., y O. T. Coomes. 2004. "Land Use and Forest Fallowing Dynamics in Seasonally Dry Tropical Forests of the Southern Yucatan Peninsula, Mexico", en *Land Use Policy* 21:71-84.

[4] INEGI. 2005. *Conteo socioeconómico del 2005. Estado de Campeche*. INEGI, Campeche, México.

[5] García-Gil, G., J.L. Palacio y M.A. Ortiz. 2002. "Reconocimiento geomorfológico e hidrográfico de la Reserva de la Biosfera Calakmul, México", en *Investigaciones Geográficas* 48:7-23.

[6] Reyna-Hurtado, R. 2007. "Social Ecology of the White-lipped Peccary (*Tayassu pecari*) in the Calakmul Forest, Mexico", tesis de doctorado. University of Florida, Gainesville.

[7] Comisión Nacional del Agua, Servicio Meteorológico Nacional, www.cna.gob.mx.

[8] Reyna Hurtado, R., E. Rojas Flores, y G.W. Tanner. 2009. "Home Range and Habitat Preferences of White-lipped Peccaries (*Tayassu pecari*) in Calakmul, Campeche, Mexico", en *Journal of Mammalogy* 90:1199-1209.

[9] O'Farrill, G., S. Calmé y A. Gonzalez. 2006. "*Manilkara zapota*: A New Record of a Species Dispersed by Tapirs", en *Tapir Conservation* 15: 32-35.

[10] O'Farrill, G., S. Calmé y A. Gonzalez. 2007. "Interacciones en peligro: el caso del tapir y del zapote" en *Ecofronteras*: 18-20.

[11] Escamilla, A., M. Sanvicente, M. Sosa y C. Galindo Leal. 2000. "Habitat Mosaic, Wildlife Availability, and Hunting in the Tropical Forest of Calakmul, México", en *Conservation Biology* 14:1592-1601.

[12] Weber, M., G. Garcia Marmolejo y R. Reyna Hurtado. 2006. "The Tragedy of the Commons: Wildlife Management Units in Southeastern Mexico", en *Wildlife Society Bulletin* 34:1480-1488.

[13] Reyna Hurtado, R., E. Naranjo, C. Chapman y G.W. Tanner. 2010. "Hunting Patterns, Population Density, Group Size, and Conservation of the White-Lipped Peccary (*Tayassu pecari*) in the Calakmul Region of Mexico", en *Oryx* 44:88-96.

[1] Departamento de Antropología, Universidad McGill, Montreal, Quebec, Canadá; rafael.reynahurtado@mail.mcgill.ca

[2] Departamento de Biología, Universidad McGill, Montreal, Canadá.

[3] Pronatura Península de Yucatán, A.C. (PPY).

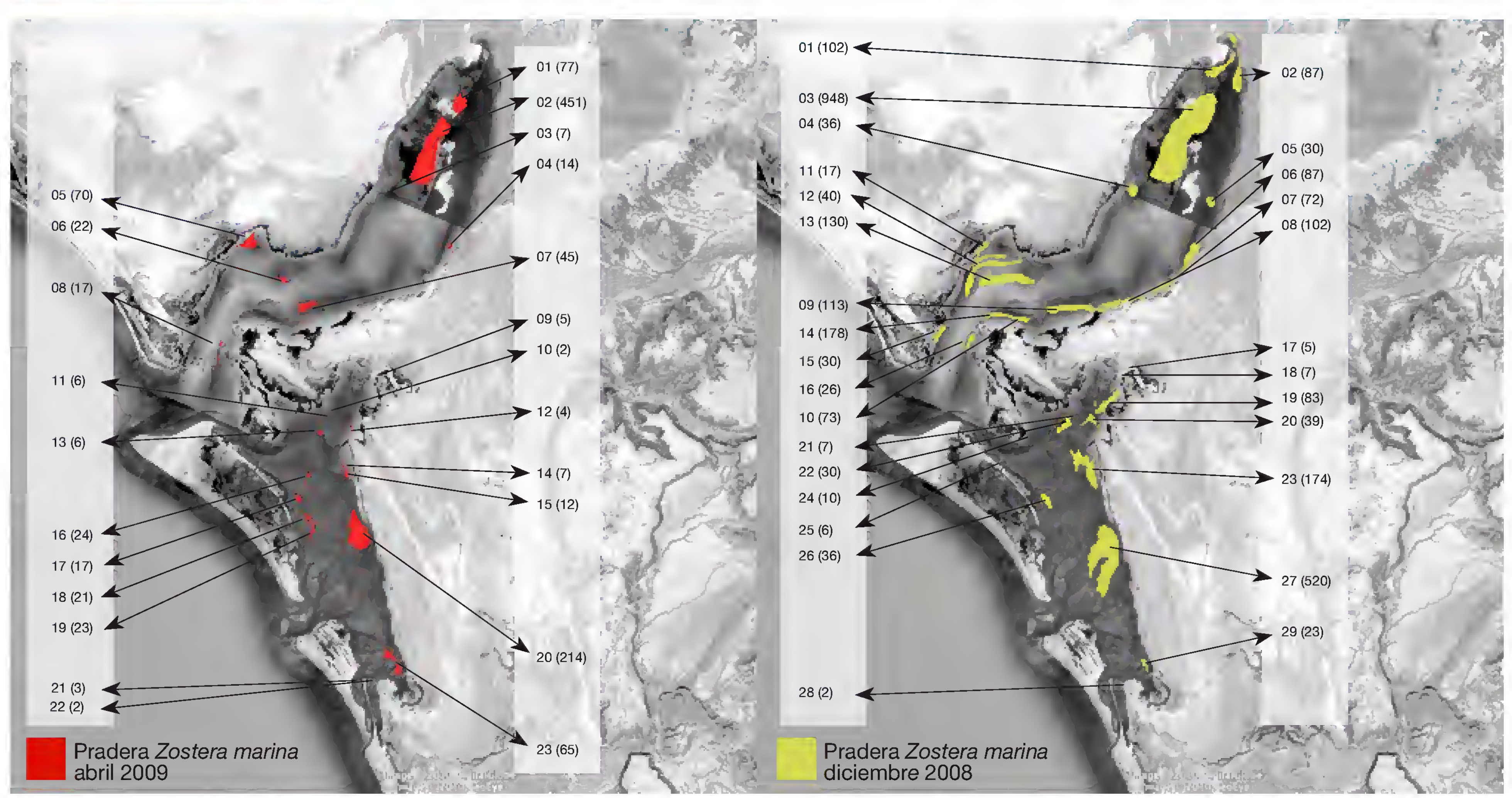
[4] Dirección General de la Reserva de la Biosfera de Calakmul.



PASTOS MARINOS

en Laguna San Ignacio, Baja California Sur: un ecosistema desatendido

J. López Calderón y Rafael Riosmena Rodríguez*



Es bien conocido que las lagunas costeras son sistemas donde ocurren procesos clave: alta producción primaria, reproducción, reclutamiento, sitios de alimentación, entre otros. En la costa del océano Pacífico de México, en la Península de Baja California existen cinco lagunas costeras: San Quintín, Punta Banda, Ojo de Liebre, San Ignacio y Bahía Magdalena, áreas críticas para las interacciones biológicas marinas y costeras. Son sitios relevantes para la alimentación y el desarrollo de juveniles de la tortuga prieta (*Chelonia agassizi*), tortuga caguama (*Caretta caretta*), tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) y tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*). También es un sitio para el desarrollo y alimentación de crías de ballena gris (*Eschrichtius robustus*) en los meses de invierno y de alimentación para aves migratorias como los gansos de collar (*Branta bernicla*). Un herbívoro más en esta área es la tortuga verde (*Chelonia mydas*), cuya dieta se compone principalmente de algas rojas pertenecientes a la familia Gracilariaceae en Bahía de Los Ángeles, una combinación de especies de algas verdes, rojas y pastos marinos en Bahía Magdalena y de pastos marinos en Laguna San Ignacio. Todas estas especies de vertebrados están incluidas en la lista mexicana para especies amenazadas (NOM-ECOL-059)



Figura 1
Cobertura del pasto marino (*Zostera marina*) en Laguna San Ignacio, en diciembre de 2008 (polígonos en verde) y abril de 2009 (polígonos en rojo). Para cada polígono se indica su área (en hectáreas) entre paréntesis.

Una pradera sana con alta densidad.



Una gran diversidad de fauna depende de las praderas para su alimentación.

y en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) para especies amenazadas; en tanto que los pastos marinos aparecen en la NOM-022 para humedales.

Todas estas lagunas son áreas relevantes debido a su biodiversidad e importancia económica. En México están listadas como Áreas Marinas Protegidas y como Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (AICA) por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Laguna San Ignacio es una de las más prístinas de la Península de Baja California y está bajo constante amenaza debido a los desarrollos costeros mal planeados. Es también relevante por su alta productividad, la pesquería de especies de gran valor económico (peces, callo de hacha, almeja, camarón, jaiba) y la acuacultura de ostras.

La conservación de Laguna San Ignacio

Los primeros estímulos para la conservación de esta laguna empezaron hace más de 20 años, específicamente el 30 de noviembre de 1988, fecha en que se creó, por decreto federal, la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno, de la cual forma parte. Estos estímulos continuaron en 1993 cuando Laguna San Ignacio recibió el reconocimiento internacional de la UNESCO al ser designada Patrimonio de la Humanidad. En 1998 recibió dos distinciones más al incluirse en la lista de Áreas Prioritarias Marinas y en la lista de Regiones Hidrológicas Prioritarias de México (CONABIO; United States Agency for International Development, USAID; Fondo Mundial para la Naturaleza, WWF; Fondo Mexicano para la Conservacion de la Naturaleza, FMCN; Fundación Packard). Dentro de estos nombramientos se ha señalado la alta biodiversidad que caracteriza a este humedal y la presente amenaza bajo la que existe. El papel que desempeña Laguna San Ignacio como un hábitat crítico para cientos de miles de aves migratorias y residentes ha sido reconocido a través de la designación como un Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA), otorgado en 1998 por la CONABIO, la Sociedad para el Estudio y Conservación de las Aves en México (CIPAMEX), BirdLife International, Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) y el FMCN. La distinción más reciente que ha tenido fue el 2 de febrero de 2004 cuando se incluyó en la Lista Ramsar de Humedales de Importancia Internacional, que actualmente cuenta con cerca de 2000 humedales designados. Forma parte del sitio RAMSAR núm. 1341 y de la Reserva de la Biosfera y es considerada Patrimonio de la Humanidad.

El ecosistema costero pastos marinos

Son cuatro los principales ecosistemas costeros que dotan de su riqueza característica a Laguna San Ignacio (manglares, marismas, macroalgas, pastos marinos). En esta ocasión se hablará solamente de uno de ellos: las praderas de pastos marinos.

De manera sucinta, los pastos marinos son plantas que poseen flores y frutos, muy parecidas a las plantas terrestres. Aparecieron hace aproximadamente 80 millones de años y forman el único grupo de plantas vasculares (con raíces y hojas) con las características morfológicas y fisiológicas necesarias para vivir completamente sumergidas en agua de mar. Son un grupo ecológico muy exitoso que se distribuye a lo largo de las costas de todo el mundo (excepto en la Antártida) y cuyo hábitat se localiza, principalmente, en profundidades menores a los 10 metros. La reproducción en los pastos marinos se lleva a cabo de manera sexual y asexual. La primera implica la producción y germinación de semillas con la formación de flores y frutos, mientras que la segunda consiste en producir copias de una misma planta (o clones) a partir de una sección de la raíz denominada rizoma.

La especie de pasto marino dominante en Laguna San Ignacio y en la mayoría de los humedales en la costa Pacífico de la Península de Baja California es *Zostera marina*. Ésta es una especie clímax que forma extensas praderas submarinas (cientos de metros cuadrados) que llegan a alcanzar dos metros de altura. El número de especies y la densidad de organismos que se observan en el interior de estas praderas son mucho mayores que los existentes en zonas carentes de vegetación, y son la base de muchas e importantes cadenas alimenticias. Por ello, los pastos marinos son un elemento fundamental para la biodiversidad de Laguna San Ignacio. Por sí mismo, *Zostera marina* representa la principal fuente de alimento para aves migratorias como el ganso de collar (*Branta bernicla*). Millares de estas aves viajan miles de

kilómetros desde Alaska hasta Laguna San Ignacio en busca de refugio y alimento durante el invierno. La desaparición de las praderas de *Zostera marina* representaría una catástrofe para la supervivencia de la población de este ganso, pues perdería uno de sus principales sitios de alimentación durante el invierno. La tortuga verde es otra especie que tiene como una de sus principales fuentes de alimento al pasto marino *Zostera marina*. Su población en Laguna San Ignacio se compone de individuos inmaduros que buscan alimento y refugio mientras crecen y continúan su ciclo reproductivo en mar abierto. Esta tortuga es una especie en peligro de extinción, por lo que una de las acciones primordiales para asegurarnos que sus poblaciones no desaparezcan de la Tierra es proteger sus fuentes de alimento. Quizá la población más representativa de Laguna San Ignacio que depende de las praderas de *Zostera marina* es la ballena gris (*Eschrichtius robustus*), otra especie migratoria que viaja miles de kilómetros desde sus zonas de alimentación en Alaska hasta las lagunas costeras de Baja California Sur (Laguna Guerrero Negro, Laguna San Ignacio y Bahía Magdalena) para reproducirse y dar a luz a sus ballenatos. A pesar de que hacen un ayuno durante su viaje hasta las costas mexicanas, existen evidencias de que llegan a alimentarse de un diminuto crustáceo (anfípodo) que vive entre las raíces de *Zostera marina*. Debido a esto, las praderas de pasto marino representan también un hábitat crítico para la conservación de la ballena gris en Laguna San Ignacio.

Parte de la fauna que compone el ecosistema costero de pastos marinos constituye una fuente económica importante para las pesquerías en Laguna San Ignacio (12% de la producción pesquera nacional en 2005 ocurrió en las costas de Baja California Sur). Algunas de estas especies habitan de manera permanente las praderas submarinas de *Zostera marina* (callo de hacha, almeja catarina), mientras otras residen en algún momento de su ciclo de vida (camarón, jaiba, mantarraya, cabrilla, guitarra, botete, tiburón). En ambos casos es fundamental la presencia de las praderas de *Zostera marina* para garantizar su existencia en la laguna. Asimismo, es esencial la regulación de estas pesquerías, a través del establecimiento de temporadas de veda, niveles máximos de captura y la promoción del uso de artes de pesca no destructivas del fondo marino y de las praderas submarinas (redes de arrastre modificadas).

Amenazas que afectan a los pastos marinos

El desarrollo costero turístico e industrial y las actividades pesqueras pueden dañar las praderas o mantos de macroalgas al punto de desaparecerlas o sustituirlas en áreas extensas locales o regionales. El impacto de esta modificación es intenso y se han desarrollado técnicas activas de restauración para recuperarlas. Éstas van del trasplante de plantas adultas, usando técnicas de jardinería convencionales, a la siembra activa de semillas de la planta en áreas nuevas para su desarrollo "natural"; además, se siembran en pequeños contenedores y ya jóvenes se trasplantan en el campo.

La sobrepesca y el inadecuado desecho de la basura son considerados los principales problemas en la laguna. Existen distintos esfuerzos por parte de varias compañías para comprar o arrendar el área con fines de desarrollo. Aún se tiene la oportunidad de entender las condiciones naturales del área y, con ello, desarrollar un plan de manejo adecuado. De hecho, existen distintas agencias no gubernamentales (Pronatura, The Nature Conservancy, TNC; School for Field Sutudies, SFS; Wildcoast) que están llevando a cabo importantes esfuerzos para proteger esta área en su totalidad mediante la aplicación de un plan de manejo que está en funcionamiento desde 2000. Sin embargo, persiste el poco conocimiento de algunas de las áreas marinas críticas para la conservación. El desarrollo económico potencial de muchas de estas lagunas representa una amenaza para la conservación de las especies y el hábitat de esta región en general.

Recientemente, el gobierno mexicano cambió la NOM-022-SEMARNAT-2003 para humedales, en la que sugiere actividades de restauración y mitigación para recuperar áreas perdidas en relación con el desarrollo costero, pero la regulación no especifica la manera ni recomienda ninguna forma de restauración o mitigación. Sin embargo, el primer acercamiento para desarrollar una estrategia de conservación apropiada es el entendimiento de las áreas críticas donde se distribuyen el pasto marino y las macroalgas. El uso de herramientas científicas modernas, como el Sistema



El caballito de mar forma parte de la fauna asociada a las praderas de *Zostera marina*.



El callo de hacha es una de las principales pesquerías de la Laguna San Ignacio, pero si no se tiene cuidado se arranca el pasto al sacar el animal, causando un impacto negativo.

de Información Geográfica (SIG), serán esenciales para establecer los límites de distribución de las principales especies en las áreas de pastos marinos y macroalgas.

Estado actual de los pastos marinos

Desafortunadamente, hay evidencias de que las praderas de *Zostera marina* en Laguna San Ignacio presentan pérdidas en su cobertura a todo lo largo, con una reducción cercana a las 2 000 hectáreas entre el invierno de 2008 y la primavera de 2009 (Figura 1). Por otro lado, se ha encontrado que *Zostera marina* está siendo sustituida por una especie invasora de pasto marino (*Ruppia maritima*), lo que resulta en una pérdida del hábitat y en la modificación de las redes tróficas locales. La expansión de esta especie oportunista parece haber iniciado alrededor de 2007.

Si se tiene en cuenta la estrecha relación que existe entre *Zostera marina* y muchas de las especies que habitan la laguna todo el año (moluscos, crustáceos, tortugas) o durante algunos meses (aves, mamíferos marinos), su reducción pone en riesgo la biodiversidad en ese lugar y las actividades pesqueras y ecoturísticas de las cuales depende la economía de las familias que radican en Laguna San Ignacio. Una pregunta muy importante a este respecto es: ¿cuánto pasto marino había en la laguna hace 10, 20 o 30 años? Posiblemente las praderas eran mucho más extensas hace un par de décadas. De hecho, existen declaraciones de investigadores que visitaron Laguna San Ignacio en la década de 1970 y afirman que, en efecto, *Zostera marina* era más abundante de lo que hoy día han observado. Esto indica que el estado de conservación actual de Laguna San Ignacio muestra señales de deterioro; sin embargo, aún es posible tomar acciones para prevenir que las praderas de *Zostera marina* desaparezcan por completo del humedal Laguna San Ignacio.

La legislación ambiental mexicana y los planes de manejo para áreas marinas protegidas deben incluir a las comunidades de pastos marinos como un ecosistema costero fundamental para asegurar la permanencia de la biodiversidad marina. Se deben designar áreas críticas donde no se permita la pesca ni el desarrollo urbano. Se debe promover la aplicación de técnicas y el uso de artes de pesca que no destruyan el fondo marino y sus habitantes. En humedales, como Bahía Magdalena, que no forman parte de un área marina protegida se debe tener aún más precaución o de lo contrario el deterioro ambiental podría ser severo en los próximos años.

Este artículo forma parte de un esfuerzo interinstitucional que nació de la urgente necesidad de crear conciencia y labores concretas para la conservación de un ecosistema costero clave para las costas del noroeste de México, como lo son los pastos marinos.

Bibliografía

Diario Oficial de la Federación. 2003. "Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar".

Heck K. L. Jr., T.J.B. Carruthers, C.M. Duarte, A.R. Hughes, G.Kendrick, R.J.Orth y S.W. Williams. 2008. "Trophic Transfers from Seagrass Meadows Subsidize Diverse Marine and Terrestrial Consumers", en *Ecosystems* 11:1198-1210.

López Calderon J., R. Riosmena Rodríguez, J.M. Rodríguez Baron, J. Carrión-Cortez, J. Torre, J. Meling López, G. Hinojosa Arango, G. Hernández Carmona, J. García Hernández. 2010. "Outstanding Appearance of *Ruppia maritima* along Baja California Sur, Mexico and Its Influence in Trophic Networks", en *Marine Biodiversity* DOI 10.1007/s12526-010-0050-3.

Orth R.J., T.J. Carruthers, W.C. Dennison, C.M. Duarte, J.W. Fourqurean, K.L. Heck, R.A. Hughes, G.A. Kendrick, W.J. Kenworthy, S. Olyarnik, F.T. Short, M. Waycott y S.L. Williams. 2006. "A Global Crisis for Seagrass Ecosystems", en *Bioscience* 56:987-996.

UNESCO, http://whc.unesco.org/en/list/554.

Waycott M., C.M. Duarte, T.J.B. Carruthers, R.J. Orth, W.C. Dennison, S. Olyarnik, A. Calladine, J.W. Fourqurean, K.L. Heck Jr., A.R. Hughes, G. A. Kendrick, W.J. Kenworthy, F.T. Short y S.L. Williams. 2009. "Accelerating Loss of Seagrasses across the Globe Threatens Coastal Ecosystems", en *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106:12377-12381.

* Programa de Investigación en Botánica Marina, Departamento de Biología Marina, Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, Baja California Sur; jorgemcalderon@yahoo.com, riosmena@uabcs.mx



Foto: © Andrea Sáenz Arroyo

SERVICIOS ambientales en áreas marinas y costeras

EDUARDO ROLÓN Y LUIS BOURILLÓN*

En México algunas cooperativas pesqueras de comunidades costeras manejan sus recursos tomando en cuenta las acciones que deberán realizar para conservarlos en el mediano y largo plazos, por medio de estrategias orientadas a crear áreas de refugio pesquero o áreas de no-pesca. En éstas la biodiversidad marina puede recuperarse paulatinamente de forma natural, y con ello ofrecer oportunidades para conseguir mejores capturas de especies comerciales.

Al haber mayor biodiversidad, esas áreas resultan más atractivas para el turismo ecológico o la pesca deportiva de liberación. Estos beneficios aún no son del todo aprovechados por las cooperativas de pescadores; por ello, en algunos casos estos refugios pesqueros representan un alto costo por la pesca no realizada allí, y por la necesidad de cubrir los gastos de diseño, monitoreo y vigilancia que su operación implica, a cambio de la promesa de mejores capturas pesqueras en el futuro.[1]

Desde mediados de los años noventa del siglo pasado se puso en marcha en México el uso de esquemas de pagos por servicios ambientales (PSA) para la conservación, principalmente en bosques y selvas del país. Estos esquemas intentan cambiar los incentivos que existen en el manejo de recursos para premiar aquellas acciones individuales que tienen efectos positivos en el ambiente. Los PSA se han aplicado en los ámbitos local, regional y nacional, ya sea en servicios ambientales hidrológicos,[2] de biodiversidad o en proyectos de captura o retención de CO^2.

Los esquemas PSA se podrían poner en funcionamiento en las comunidades costeras de México. Por ejemplo, para que las áreas de no-pesca (establecidas voluntariamente por los pescadores) generen beneficios para la biodiversidad que está fuera de la zona de conservación, los pagos podrían ser por ejemplo por servicios culturales para atraer a los amantes del buceo y el esnorkel.[3]


Foto: © Arturo Hernández

No obstante, en la futura instrumentación de PSA en áreas marinas y costeras del país es necesario considerar el marco institucional y la complejidad técnica del instrumento. Junto con ello, la distribución de costos y beneficios de los PSA, así como el contexto social de implementación, son fundamentales y se debe no sólo ayudar a la conservación, sino también al desarrollo comunitario.

Marco institucional

Las áreas costeras y marinas, de acuerdo con el artículo 27 constitucional,[4] están bajo la categoría de bienes nacionales que sólo pueden ser usados, aprovechados o explotados por particulares o por sociedades constituidas bajo las leyes mexicanas mediante concesión (con las figuras legales de concesiones, permisos, autorizaciones y licencias). Con ello, si bien se garantiza que el Estado vele por la conservación y buen manejo de esos recursos que pertenecen a la nación, también conlleva una serie de implicaciones en su manejo por particulares y sociedades constituidas.

En el régimen legal actual los concesionarios tienen una canasta limitada de derechos que hace difícil el manejo necesario para la provisión de servicios ambientales en áreas marinas y costeras. La posesión de una concesión no significa que los derechos adquiridos sean permanentes, y tienen necesariamente un plazo de término; por ejemplo, la vigencia de las concesiones para pesca comercial es de máximo 20 años.[5] Se permite aprovechar recursos y actividades específicas, pero no la exclusión de los actores ni la exclusividad del espacio. No utilizar los recursos es una causal de nulidad de la concesión. Además, sólo se tiene capacidades de manejo limitadas. En el caso de la pesca, la autoridad dicta el tipo de artes que deben usarse, la región y los tiempos. Adicionalmente no se otorgan permisos para realizar actividades fuera de la concesión y con ello se dificulta que los pescadores aprovechen las oportunidades económicas que se puedan crear en las zonas de refugio. Por ejemplo, si cuentan con un permiso para la pesca comercial no deben ofrecer servicios de turismo de bajo impacto por avistamiento de biodiversidad, una actividad que podría realizarse en dichos refugios.



Foto: © Arturo Hernández

Identificación y valuación de servicios

Una segunda consideración es la complejidad de los ecosistemas marinos y costeros, donde la cuantificación de los servicios ambientales puede ser difícil. Para instrumentar un PSA se requieren datos de valoración de servicios ambientales y de los actores beneficiados por los mismos. Por ejemplo, se piensa que los manglares son importantes para la conservación de muchas especies, pero se solicitan los datos específicos del destino de los beneficios y de su cantidad.[6]

Esto también sucede en áreas de bosques. En el caso del programa PSA nacional se establece una relación directa entre la conservación del bosque y la provisión de servicios hidrológicos,[7] que no necesariamente es cierta, ya que depende muchas veces de los flujos hidrológicos y del estado del suelo. Hacer estudios más profundos puede requerir monitoreos costosos y periodos largos que los proyectos de PSA encuentran difícil e impráctico de cubrir. Ello no ha impedido instrumentar esquemas PSA en bosques, siempre y cuando se garantice su conservación, al menos del área por la que se otorga el pago.[8]

Distribución de costos y beneficios

La forma en que se negocian los acuerdos PSA es crucial para alcanzar no sólo los objetivos de conservación, sino también las aspiraciones de desarrollo económico de las comunidades costeras del país. Aquí la maximización de beneficios por parte del comprador es un factor que influye en la definición de los montos destinados al proveedor del servicio. Dado un presupuesto limitado por parte del comprador, éste espera que se aumente el beneficio ambiental por los pagos realizados. Esto ha llevado a establecer pagos de acuerdo con el costo de abandonar una actividad económica de bajo ingreso a cambio de proveer el servicio, como sucedió para el caso de manejo de bosques y PSA en México.[7, 8]

Si bien es importante la eficiencia económica, pagar el costo de oportunidad en vez del costo del servicio ambiental traslada el mayor beneficio al comprador y no al proveedor, lo que afecta la mejora de la situación económica de las comunidades.

Contexto social de implementación

Una cuarta consideración es que actualmente algunas comunidades, con una cultura y un estilo de vida propios, llevan a cabo esfuerzos voluntarios por conservar los recursos de los cuales dependen sus actividades económicas.

En términos de eficiencia, pagar por la provisión y conservación de servicios ambientales en las zonas costeras tendría poco valor agregado. Son servicios que de igual manera la comunidad trataría de con-


Foto: © Arturo Hernández

servar.[9] No obstante, el pago puede ayudar a sostener esa labor, como se ha hecho en algunas comunidades de la Amazonia de Brasil que, con sus "Reservas Extractivistas", reciben un pago a pesar de que instituciones sociales promueven la conservación de la vegetación de esta zona.[8] En la medida en que existan esas instituciones sociales se facilitarán las acciones de manejo y se reducirá la dependencia del pago como incentivo para la conservación.

El futuro de los PSA marinos

Dadas estas consideraciones, un primer reto en la instrumentación de PSA es cómo aplicarla en el actual contexto institucional y legal de las zonas marinas y costeras que otorga derechos limitados a los usuarios. Una posible solución sería ampliar los derechos que actualmente tienen las cooperativas pesqueras para que puedan hacer un manejo más integral de los recursos a los que tienen acceso.

La falta de información para identificar y valorar los servicios ambientales no debería ser un impedimento para su aplicación. Los PSA marinos pueden avanzar con la información existente e ir generando más sobre la marcha y podrían construirse en una primera aproximación identificando los servicios y sus probables compradores, evitando que la información específica se convierta en un obstáculo para su instrumentación.

El diseño institucional de los esquemas de PSA será crucial. Conservar los servicios ambientales de los ecosistemas marinos sólo podrá hacerse sobre bases firmes cuando esto vaya de la mano con el desarrollo económico de las comunidades que allí habitan. Por ello es fundamental construir y fortalecer las instituciones sociales existentes a nivel comunitario que dependen de la conservación de esos ecosistemas.

Bibliografía

1 Cudney-Bueno, R., L. Bourillón, A. Sáenz-Arroyo, J. Torre-Cosío, P. Turk-Boyer y W.W. Shaw, 2009. "Governance and Effects of Marine Reserves in the Gulf of California, Mexico", en *Ocean & Coastal Management* 52**:** 207-218.

2 Rolón-Sánchez, J.E., J.A. Reyes. 2009. "Los pagos por servicios ambientales hidrológicos en México: documento síntesis de lecciones aprendidas de su instrumentación", en *Wild* 9 (documento de trabajo).

3 Trends, F., y T.K. Group. 2010. *Payments for Ecosystem Services: Getting Started in Marine and Coastal Ecosystems: A Primer,* Forest Trends-The Katoomba Group, Washington D.C.

4 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, última reforma, publicada en el *Diario Oficial de la Federación*, 29 de julio 07 de 2010.

5 Artículo 49 de la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable, publicada en el *Diario Oficial de la Federación*, 24 de julio de 2007.

6 Pagiola, S. 2008. "Can Payments for Environmental Services Help Protect Coastal and Marine Areas?", en *Annual Review***:** 14-17.

7 Muñoz-Piña, C., J.M. Guevara y J. Braña. 2008. "Paying for the Hydrological Services of Mexico's Forests: Analysis, Negotiations and Results", en *Ecological Economics* 65(4): 725-736.

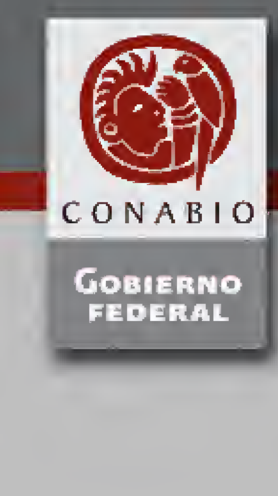
8 Muradian, R., E. Corbera, U. Pascual, N. Kosoy y P. May. 2010. "Reconciling Theory and Practice: An Alternative Conceptual Framework for Understanding Payments for Environmental Services", en *Ecological Economics* 69(6): 1202-1208.

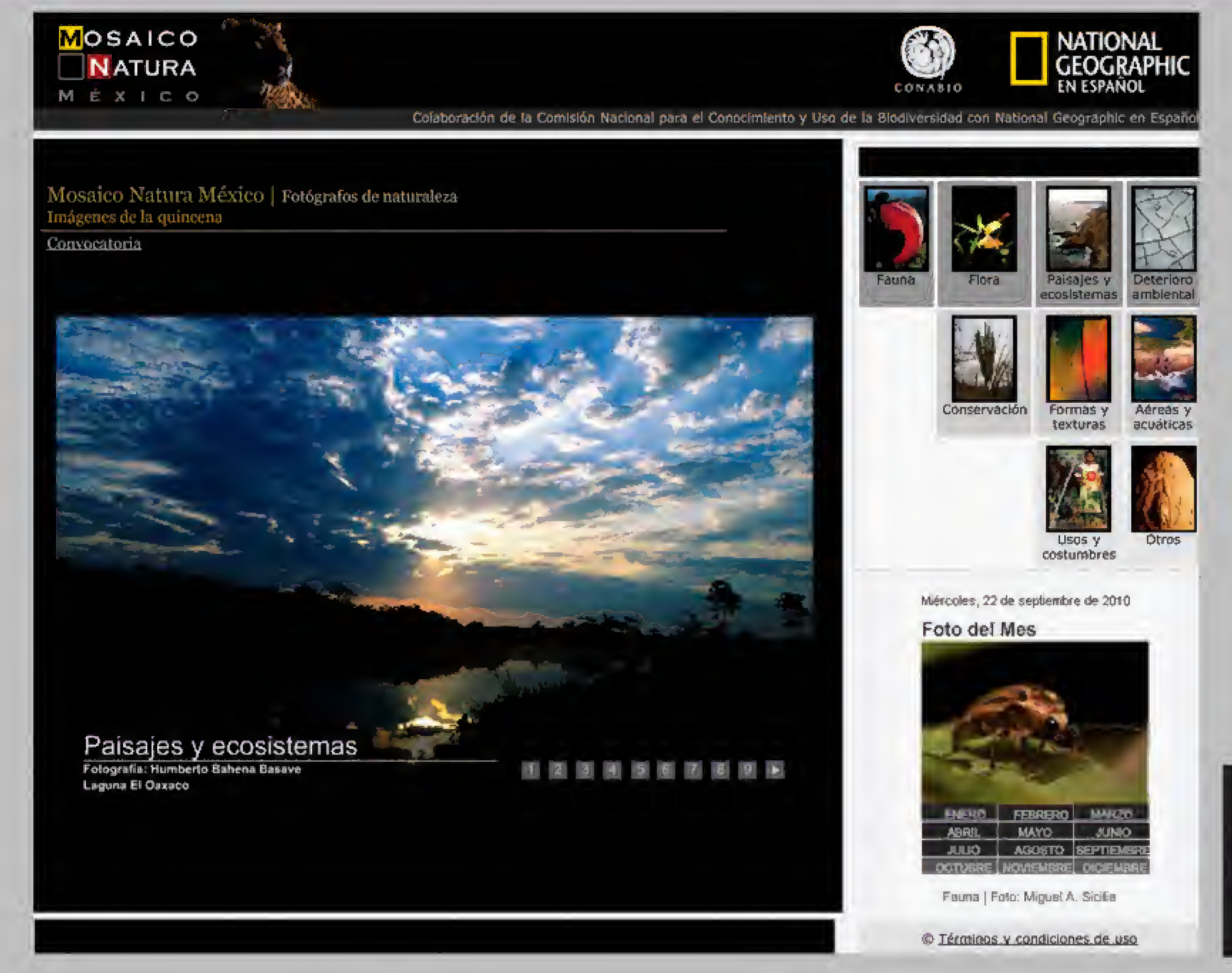
9 Engel, S., S. Pagiola y S. Wunder. 2008. "Designing Payments for Environmental Services in Theory and Practice: An Overview of the Issues", en *Ecological Economics* 65(4): 663-674.

* Comunidad y Biodiversidad, A.C., erolon@cobi.org.mx



BANCO DE IMÁGENES DE BIODIVERSIDAD DE MÉXICO
Para disfrutar, conocer y usar ¡Más de 33 400 imágenes!
Entra a https://conabioweb.conabio.gob.mx/fotoweb







Sitio de difusión de fotografías de naturaleza
¡Participa enviando tus imágenes!
Consulta la convocatoria en www.mosaiconatura.net

El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible

Los bosques mesófilos de montaña son de gran importancia debido a la extraordinaria diversidad que albergan y su impacto en los acuíferos. Sin embargo, son los ecosistemas terrestres más amenazados a nivel nacional.

Es por ello que la CONABIO se propuso identificar aquellas áreas de bosque mesófilo de montaña donde las acciones encaminadas a la conservación, manejo sostenible y restauración son de carácter más urgente; y a la vez generar un diagnóstico de este tipo de bosque en términos de su calidad, las principales amenazas a su permanencia, las oportunidades para su mantenimiento y recuperación, así como estudiar las características sociales de sus propietarios y usuarios. Sin dejar de lado la elaboración de recomendaciones para su conservación, manejo sostenible y restauración.

Este diagnóstico del bosque mesófilo de montaña, que CONABIO pone a disposición de autoridades, académicos, dueños de los recursos y la sociedad en general, es el resultado de dos talleres donde participaron expertos de instituciones académicas y de investigación, organizaciones no gubernamentales y dependencias de gobierno.



La misión de la CONABIO es promover, coordinar, apoyar y realizar actividades dirigidas al conocimiento de la diversidad biológica, así como a su conservación y uso sustentable para beneficio de la sociedad.

SECRETARIO TÉCNICO: Juan Rafael Elvira Quesada
COORDINADOR NACIONAL: José Sarukhán Kermez
DIRECTOR DE COMUNICACIÓN: Carlos Galindo Leal

Biodiversitas es de distribución gratuita. Prohibida su venta.

Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor: 04-2005-040716240800-102. Número de Certificado de Licitud de Título: 13288. Número de Certificado de Licitud de Contenido: 10861.

EDITOR RESPONSABLE: Fulvio Eccardi Ambrosi
DISEÑO: Renato Flores
CUIDADO DE LA EDICIÓN: Leticia Mendoza y Adriana Cataño
PRODUCCIÓN: Gaia Editores, S.A. de C.V.
IMPRESIÓN: Editorial Impresora Apolo, S.A. de C.V.

biodiversitas@xolo.conabio.gob.mx
COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD
Liga Periférico-Insurgentes Sur 4903, Parques del Pedregal, Tlalpan 14010 México, D.F.
Tel. 5004-5000, fax 5004-4931, www.conabio.gob.mx Distribución: nosotros mismos